маршрута превышает длину лучшего маршрута не менее, чем в два раза.
2. Число сохраняемых особей при формировании новой популяции – двадцать.
3. Вероятность мутации – 0,02.
4. Целесообразная продолжительность ожидания N связана с числом пунктов n соотношением $N = 10n^{3/2}$, но не должно превышать 10^4 поколений.

Заметим, что эффективность настроенного в соответствии с этими рекомендациями алгоритма превышает эффективность алгоритма, параметры которого, по умолчанию, определяются SUGAL, в среднем в 1.5 раза.

Выводы. В результате проведенного исследования экспериментально показана целесообразность адаптации параметров генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера. Установлена возможность отыскания рациональных параметров генетического алгоритма с помощью генетического алгоритма верхнего уровня. Выработаны рекомендации относительно численных значений параметров алгоритма решения задачи коммивояжера.

Список литературы. 1. *Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю.* Дискретное программирование. – М.: Наука, 1969. – 218с. 2. *Раскин Л.Г., Кириченко И.О.* Многоиндексные задачи линейного программирования. – М.: Радио и связь, 1982. – 240с. 3. *Литтл Дж., Мурти К., Суини Д., Кэрел К.* Алгоритм для решения задачи о коммивояжере: Пер. с англ.// «Экономика и математические методы», 1965. –Т.1.-№1. –С.12-20. 4. *Раскин Л.Г., Серая О.В., Зинченко И.В.* Генетический алгоритм адаптации генетических алгоритмов // «Інформаційно керуючі системи на залізничному транспорті», 2006. –№2.- С. 41-44. 5. *Лысенко Ю.Г., Иванов Н.Н., Минц А.Ю.* Нейронные сети и генетические алгоритмы. – Донецк: ООО «Юго-Восток», 2003. – 265с.

Поступила в редколлегию 27.10.06

УДК 330.43

А. М. НАЗАРЕНКО, канд. физ.-мат. наук, ***А. А. ВАСИЛЬЕВ***

ОБ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ИГР

У роботі описується процедура побудови та ідентифікації динамічних математичних моделей макроекономічних процесів у формі диференційних рівнянь. Моделі будуються на базі понять диференційної теорії ігор і спираються на принцип максимуму в економічному аналізі. Еволюція досліджуваного явища трактується як рух вздовж градієнтних кривих емпіричної функції, що виражає досліджуваний показник через величини діючих на нього факторів.

В настоящее время в экономической деятельности все чаще стали обсуждаться и активно внедряться схемы принятия решений, основанные на балансе интересов всех участников ситуации, сложившейся на рынке. Изначально постулируется, что ситуация носит конфликтный характер и необходимо найти решения, согласовывающие частично противоречивые интересы участников ситуации и разрешающие конфликт наилучшим, в некотором смысле, для всех участников образом. Для описания таких ситуаций задача оптимизации не может рассматриваться как адекватный инструмент принятия сбалансированных решений, так как в ней сложно, а порой и невозможно, учесть интересы всех конфликтующих, или кооперирующихся, сторон. В качестве адекватной математической модели принятия согласованных решений могут выступать системы задач оптимизации (в частности, обратные задачи оптимизации) или игровые модели, а в качестве решений рассматриваются равновесные решения. Переход от оптимизационных моделей к равновесным существенно сдерживается отсутствием численных методов решения равновесных задач. Поэтому разработка таких методов – актуальная проблема.

В настоящей работе на примере рассмотрения макроэкономической деятельности страны как конфликтной ситуации предлагается применить градиентный управляемый подход для построения и идентификации модели, описывающей ее и позволяющей давать краткосрочные прогнозы. Для решения поставленной задачи развивается оригинальный метод, сочетающий в себе эконометрический и дифференциально-игровой подходы, предложенный в [1].

При построении модели, будем использовать принцип максимизации прибыли в экономическом анализе [2], согласно которому при моделировании макроэкономической деятельности можно рассматривать рынок, все участники которого имеют одну цель – максимизировать собственную прибыль.

Рассмотрим рынок, состоящий всего из двух обобщенных участников. Первый – это производители товаров и услуг, которые выпускают конечный продукт, т.е. совокупность результатов их экономической деятельности. Второй участник – это домохозяйства, предоставляющие факторы производства и участвующие в производстве валового внутреннего продукта (ВВП), услуги которых оплачиваются производителями. Будем характеризовать деятельность первого участника объемом основных фондов p, а второго – численностью рабочей силы q (количеством рабочих, которые производят ВВП). Тогда, исходя из принципа максимизации прибыли в экономическом анализе, можно предположить, что в процессе экономической деятельности производители товаров в каждый момент времени выбирали объем производства и цены продаж, стремясь максимизировать ВВП h, и как следствие – свою прибыль. Домохозяйства, максимизируя собственную прибыль, стремились увеличить национальный доход (НД) (совокупность величин заработной платы рабочих и жалования служащих, дополнительных выплат, рентных доходов владельцев собственности, чистого процента по потребительским кредитам, прибылей корпораций и доходов собственников) и своими действиями увеличивали величину h, вследствие линейной зависимости величин ВВП и НД. Следовательно, если описать h некоторой функцией $G(p, q)$, то она будет эмпирическим законом зависимости ВВП от объема основных фондов и количества рабочей силы и может быть истолкована как результат кооперативной деятельности между двумя описанными выше обобщенными игроками: производителем товаров потребления и домохозяйствами, который проявляется в каждый текущий момент времени. Таким образом, для построения модели, описывающей рассматриваемую ситуацию, достаточно иметь статистические данные об объеме основных фондов p, количестве рабочих q и ВВП h, на протяжении некоторого промежутка времени $t = 0, \ldots, N$.

Для строгой постановки игровой задачи необходимо выработать критерии оптимальности, однако на основании имеющихся статистических данных и в связи со сложностью, случайностью и разнообразием возможных способов достижения поставленной цели (как производителями, так и домохозяйствами) этого сделать невозможно. Но если провести аналогию с постановкой кооперативных дифференциальных игр при воздействии на динамическую систему неопределенных помех, функцию $G(p, q)$ будем трактовать как функцию выигрыша в кооперативной игре, когда производитель товаров потребления и домохозяйства выбирают независимо свои стратегии $p \in P^*$ и $q \in Q^*$ из некоторых замкнутых и ограниченных множеств P^*, Q^*. Предлагаемая трактовка дает основания предположить, что эволюция величин $p(t)$ и $q(t)$ изучаемого процесса кооперации проходит вдоль градиентной кривой функции $G(p, q)$. Тогда, следуя [3], функции $p(t)$ и $q(t)$ являются решением системы дифференциальных уравнений:

$$\frac{dp}{dt} = u(t)\,\frac{\partial G(p,\ q)}{\partial p}, \quad \frac{dq}{dt} = v(t)\,\frac{\partial G(p,\ q)}{\partial q} \tag{1}$$

при начальных условиях $p(0) = p^*(0)$, $q(0) = q^*(0)$, где $p^*(0)$ и $q^*(0)$ – значения соответствующих показателей в нулевой момент времени из исходных статистических данных. Так как в работе строится дескриптивная модель экономики, которая базируется на ретроспективном анализе данных, то формально функции $u(t)$ и $v(t)$ следует определять из имеющихся статистических данных так, чтобы при $t = 1, ..., N$ решения $p(t)$ и $q(t)$ уравнений (1) приближенно удовлетворяли равенствам

$$p(t) \approx p^*(t), \quad q(t) \approx q^*(t), \quad t = 1, ..., N. \tag{2}$$

Содержательный смысл функций $u(t)$ и $v(t)$ следующий: функция $u(t)$ характеризует скорость, с которой производитель инвестировал средства в развитие основных фондов, а функция $v(t)$ характеризует скорость, с которой стимулировался прирост рабочей силы (например, с помощью социальных гарантий и дотаций в зависимости от необходимости вложений труда в рост ВВП). Если рассмотреть систему (1) с экономической точки зрения, можно заметить, что ее первое уравнение представляет скорость роста основных фондов ($\dot{p}$) как произведение скорости капитальных вложений $u(t)$ в данный момент времени на эффективность расширения объема основных фондов для роста чистой прибыли $\dfrac{\partial G(p,q)}{\partial p}$, что полностью согласуется с экономической теорией [2] и подтверждает адекватность экономического применения построенной модели.

С другой стороны, систему (1) можно рассматривать как управляемую систему, в которой u и v являются функциями управления. В работе они зависят только от времени, т. е. рассматривается система с чистым управлением. В этом случае считается, что решения о значениях функций $u(t)$ и $v(t)$ в каждый момент времени t принимаются только на основании опыта лица принимающего решения или экспертных оценок. Также можно было бы предположить, что состояние системы (1) в текущий момент времени будет влиять на функции u и v (например, скорость капитальных вложений будет зависеть от текущей стоимости основных фондов и от скорости их прироста, и чем выше последняя, тем больше целесообразность инвестировать средства в их развитие при данной норме эффективности вложений). Поэтому можно выбирать функции управления исходя из экономических соображений, например, строить их в виде $u(t,p,q,\dot{p},\dot{q})$ и $v(t,p,q,\dot{p},\dot{q})$, тогда это будет более сложное, но эффективное управление с обратной связью, которое можно применять, например, в оптимизационных моделях.

Для идентификации модели (1) выберем функции $u(t)$ и $v(t)$ в виде

$$\begin{aligned} u(t) &= b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + \ldots + b_k t^k, \\ v(t) &= c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + \ldots + c_m t^m, \end{aligned} \tag{3}$$

где степени k и m устанавливаются экспериментально. Об оптимальном выборе степеней полиномов (3) будет сказано ниже.

Задача оценивания неизвестных коэффициентов (задача идентификации модели) теоретически может быть решена несколькими способами [4], но процедуры их численной реализации требуют настолько много вычислений, что проведение полной процедуры идентификации модели (1) затруднительно. Поэтому в работе предложен другой подход к ее решению, который базируется на эконометрическом аппарате и позволяет не только провести регрессионный и корреляционный анализ модели, но и оценить качество приближения с помощью коэффициента детерминации R^2 [5].

Для этого перепишем систему (1), в отличие от [1], в интегральной форме:

$$\begin{cases} p(t) = p_0 + \displaystyle\int_0^t u(t)\,\frac{\partial G(p(t),q(t))}{\partial p}\,dt, \\ q(t) = q_0 + \displaystyle\int_0^t v(t)\,\frac{\partial G(p(t),q(t))}{\partial q}\,dt. \end{cases} \tag{4}$$

Интегральная запись (4) позволяет сгладить случайные выбросы в исходных статистических данных и избежать процедуры их предварительной фильтрации, которая внесет в них дополнительные неточности, т. е. (4) будет более устойчива к ошибкам в исходных данных, что является неизбежным при моделировании экономических систем.

Следуя (4), в работе предлагается следующая приближенная модель:

$$p_t = p_0 + b_0 \sum_{i=0}^{t-1} \frac{\partial G(p(i), q(i))}{\partial p} + \ldots + b_k \sum_{i=0}^{t-1} i^k \frac{\partial G(p(i), q(i))}{\partial p} + u_k,$$
$$q_t = q_0 + c_0 \sum_{j=0}^{t-1} \frac{\partial G(p(j), q(j))}{\partial q} + \ldots + c_m \sum_{j=0}^{t-1} j^m \frac{\partial G(p(j), q(j))}{\partial q} + v_m,\ t = 1, \ldots, N. \quad (5)$$

Здесь степени k и m определены в (3), p_0, q_0, b_i ($i = 0, \ldots, k$), c_j ($j = 0, \ldots, m$) – неизвестные константы, подлежащие оцениванию, u_k и v_m – случайные отклонения модели.

Применение модели (5) позволит не только идентифицировать функции $u(t)$ и $v(t)$, оценив неизвестные коэффициенты методом наименьших квадратов, но и, в силу того, что значения величин p и q в момент времени t зависят только от их значений в предыдущие моменты времени, дать краткосрочный прогноз динамики развития изучаемых величин.

Для выбора оптимальных степеней полиномов, аппроксимирующих функции управления $u(t)$ и $v(t)$, в работе предлагается использовать эконометрический аппарат, который применяется для оценивания значимости вклада добавленного члена в уравнение регрессии [5]. Для этого рассмотрим, например, первое уравнение системы (5) как простую полиномиальную регрессию, в которую с наращиванием степени добавляются новые члены. Для установления того, что вновь добавленная независимая переменная $X_k = \sum_{i=0}^{t-1} i^k \frac{\partial G(p(i), q(i))}{\partial p}$ действительно оказывает влияние на зависимую переменную p, воспользуемся двусторонним критерием значимости коэффициента b_k:

$$\left| \frac{\hat{b}_k}{\hat{\sigma}_{\hat{b}_k}} \right| > t_{кр}, \quad (6)$$

где $\hat{b}_k$ – оценка коэффициента b_k, $\hat{\sigma}_{\hat{b}_k}$ – его стандартная ошибка, $t_{кр}$ – критическое значение Стьюдента, соответствующее данному числу степеней свободы N-k и уровню значимости α.

Применить односторонний критерий, хотя он и дает меньшую ошибку второго рода, мы не можем, в силу того, что неизвестна направленность влияния X_k на переменную p. Если критерий (6) выполнится для $\hat{b}_k$, но не выполнится для коэффициентов $\hat{b}_{k+1}$ и $\hat{b}_{k+2}$, то, следуя [6], можно заключить, что k является оптимальной степенью полинома, так как добавление следующих членов не дает значимого вклада в уравнение регрессии. Как

показал численный эксперимент, именно оптимальные (в описанном выше смысле) степени полиномов (3) позволяют давать наиболее точные прогнозные значения исследуемых величин при использовании модели (4).
Функция $G(p,\ q)$ может быть любой гладкой производственной функцией, связывающей показатели в системе (1). Условие гладкости будет гарантировать существование производной в любой точке этой функции. Например, функция Леонтьева [5] является производственной, но она, в силу того, что является кусочно-гладкой, не может быть использована в модели (1). Применение в качестве $G(p,\ q)$ мультипликативной производственной функции типа Кобба-Дугласа

$$G(p,q) = a_0 \cdot p^{\alpha} \cdot q^{\beta} \tag{7}$$

позволяет не только замкнуть модель, но и дать качественное экономическое обоснование полученным результатам.
Например, показатели α и β являются коэффициентами эластичности выпуска (ВВП) по затратам основного капитала (p) и труда (q):

$$\alpha = \frac{p}{G} \cdot \frac{\partial G}{\partial p}, \quad \beta = \frac{q}{G} \cdot \frac{\partial G}{\partial q}.$$

Показатели α и β должны быть больше нуля, так как увеличение затрат ресурсов p и q вызывает рост ВВП. С другой стороны, α и β должны быть меньше единицы, так как разумно предположить, что увеличение затрат p и q приводит к более медленному росту ВВП в силу правила насыщения [2]. Если по отдельности показатели эластичности α и β указывают на процентное увеличение (или уменьшение) ВВП при однопроцентных колебаниях величин капитала p и труда q, то их сумма $\alpha + \beta$ отражает уже общую реакцию производства на указанные изменения показателей. Она характеризует эффект от масштаба производства. При $\alpha + \beta = 1$ имеем постоянный эффект от масштаба производства (ВВП увеличивается в той же пропорции, что и p, и q), наблюдается постоянная отдача факторов. Если $\alpha + \beta > 1$, ВВП растет в большей пропорции и наблюдается возрастающий эффект от масштаба производства. Если же $\alpha + \beta < 1$, налицо убывающий эффект от масштаба производства (ВВП растет в меньшей пропорции, чем p и q), наращивание затрат ресурсов оборачивается снижением их продуктивности [5]. В подобных ситуациях говорят об экономическом спаде (неэффективном использовании ресурсов) страны [7].
Отметим, что соотношение (7) следует рассматривать совместно с системой (5). Однако после проведения описанной выше процедуры идентификации получаются значения величин p и q, которые не будут соответствовать ни табличным данным, ни системе (5), (7). Чтобы устранить эти недостатки в работе предлагается использовать следующий итерационный алгоритм.
1. Строим производственную функцию $G(p,\ q)$, например, вида (7). Для этого ее неизвестные коэффициенты определяем с помощью метода наименьших

квадратов из условий близости функции $G(p, q)$ исходным статистическим данным о динамике величины h.

2. Используя (5), осуществляем процедуру идентификации этой модели. После чего получим новый набор значений p и q (p^* и q^*).

3. Вычисляем новый набор значений h (h^*) по формуле (7), подставляя в нее коэффициенты, найденные в п. 1, и значения p^* и q^*.

4. Повторяем шаги 1-3, пока не удовлетворяется заданная точность по всем изучаемым величинам. В качестве критерия остановки итерационной процедуры может быть использовано неравенство

$$\max_i \left| x_i - x_i^* \right| < \varepsilon , \qquad (8)$$

где x – значения величины на предыдущей итерации, x^* – значения этой же величины в текущий момент, ε – точность.

5. Вычисляем прогнозные значения величин p и q с помощью формулы (5). Прогнозное значение h находится подстановкой найденных величин в функцию (7).

Продемонстрируем практическую применимость предложенной модели на примере динамики развития Украины в период 1970-1988 гг. [8]. Построение модели проведем на данных 1970-1986 гг., а на 1987 г. и 1988 г. будем вычислять прогнозные значения изучаемых величин.

Таблица 1. Макроэкономические показатели Украины в период 1970-1988 гг.

t	Год	Основные фонды p (млрд. руб.)	Численность рабочих q (млн. чел.)	ВВП h (млрд. руб.)
0	1970	102.11	16.13	122.44
1	1971	109.25	16.61	131.01
2	1972	116.40	17.10	135.95
3	1973	124.57	17.42	148.15
4	1974	133.76	17.90	155.49
5	1975	140.91	18.23	161.62
6	1976	151.12	18.71	168.96
7	1977	161.33	19.03	177.53
8	1978	170.52	19.35	184.88
9	1979	179.71	19.68	187.33
10	1980	194.00	20.00	191.00
11	1981	205.23	20.16	195.97
12	1982	217.48	20.32	203.24
13	1983	229.74	20.32	211.81
14	1984	243.01	20.48	219.16
15	1985	255.00	20.70	242.00
16	1986	265.20	20.70	249.26
17	1987	277.95	20.60	258.94
18	1988	290.70	20.40	266.20

Аппроксимируем зависимость величины валового внутреннего продукта от объема основных фондов и численности рабочих страны функцией вида (7). После оценивания неизвестных коэффициентов методом наименьших квадратов получим:

$$G(p, q) = 3.220 \cdot p^{0.578} \cdot q^{0.357}, \quad R^2 = 0.9815.$$

Здесь высокое значение коэффициента детерминации R^2 указывает на высокую степень соответствия построенной модели исходным данным, поэтому данная модель позволяет провести экономический анализ полученных результатов.

Анализ показывает, что коэффициенты эластичности основных фондов и рабочей силы равны $\alpha = 0.578$ и $\beta = 0.357$ соответственно. Так как $\alpha + \beta < 1$, то наращивание затрат ресурсов оборачивается снижением их продуктивности и можно заключить, что в экономике Украины в рассматриваемый период имел место экономический спад (неэффективное использование ресурсов). Вместе с тем, так как $\alpha > \beta$, то можно заключить, что имел место интенсивный рост экономики, который характеризуется увеличением затрат на развитие основных фондов, а не повышением эффективности использования трудовых ресурсов (повышением производительности труда). Проведенные расчеты в целом согласуются со сложившейся в то время экономической ситуацией (табл. 1) и подтверждают адекватность применения мультипликативной производственной функции в целях описания динамики развития страны.

Для того чтобы проследить динамику развития величин p и q была проведена процедура идентификации функций $u(t)$ и $v(t)$, описанная выше. В результате получены следующие функции:

$$u(t) = 11.0125 - 0.310 \cdot t + 0.241 \cdot t^2 - 0.0115 \cdot t^3, \quad p_0 = 101.67;$$
$$v(t) = 0.176 - 0.0112 \cdot t, \quad q_0 = 16.10.$$

При добавлении новых членов к указанным полиномам существенного влияния на улучшение качества аппроксимации изучаемых величин они не оказывают. Визуальные представления функций $u(t)$ и $v(t)$ представлены на рис. 1.

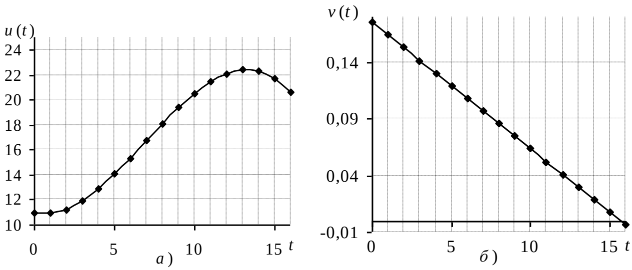

Рис. 1. Графики функций $u(t)$ и $v(t)$

Анализируя первый график (*а*), можно заметить, что в 1970-1972 годы наблюдалась практически неизменная скорость вложений в развитие основных фондов, которая сменилась их стремительным ростом в 1973-1983 годах, и последующим снижением вложений в эту отрасль, что способствовало снижению темпов роста стоимости основных фондов в 1984-1986 гг. (табл. 1). На втором графике (*б*) на протяжении всего периода четко видна тенденция к уменьшению темпа прироста количества рабочей силы, который к 1986 году принял отрицательное значение. Сказанное еще раз подтверждает, что высокие показатели роста ВВП Украины того периода были обусловлены развитием основных фондов, а не значимым улучшением роста производительности труда или вклада рабочей силы. Также из этих графиков очевидна тенденция к назревавшему кризису в экономике, так как наряду со снижением темпа роста рабочей силы, что может быть вызвано различными социальными факторами, наблюдается спад темпов прироста основных фондов.

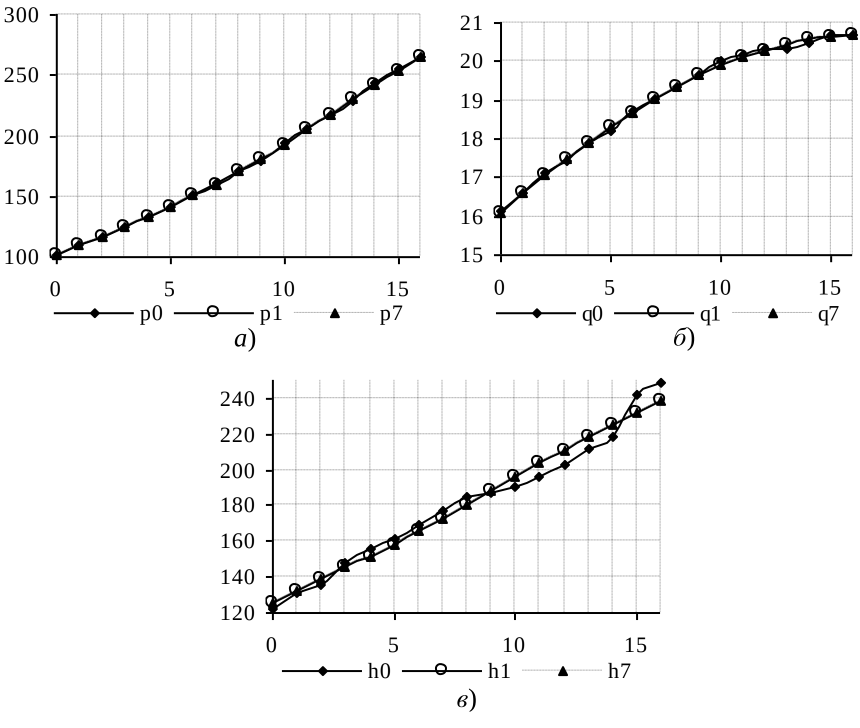

Рис. 2. Итерационный процесс и исходные значения p (*а*), q (*б*) и h (*в*)

Применение предложенного выше итерационного алгоритма при $\varepsilon = 10^{-5}$ приводит к следующим результатам. При статистических данных, приведенных в табл. 1, для стабилизации величин p, q и h достаточно всего 7 итераций. Итерационный процесс и исходные значения изучаемых величин изображены на рис. 2, где $x0$, $x1$ и $x7$ – значения соответствующих величин после нулевой (исходные данные), первой (классическая раздельная оценка уравнений (5) методом наименьших квадратов) и последней (сошедшейся) итераций. Как видно из представленных графиков, значения первой и последней итераций отличаются незначительно, о чем свидетельствуют и коэффициенты детерминации: для p имеем $R_1 = 0.9995$, $R_7 = 0.9996$; для q – $R_1 = 0.9973$, $R_7 = 0.9973$; для h – $R_1 = 0.9682$, $R_7 = 0.9684$. Однако следует заметить, что именно данные, полученные на последней итерации, точно соответствуют системе (5), (7).

Рассчитанные по модели (5) прогнозные значения на 1987 г. равны 276.54 и 20.66 для p и q соответственно, относительные погрешности составили 0.51% для стоимости основных фондов и 0.29% для количества рабочей силы. На 1988 г. прогнозные значения величин p и q равны 286.15 и 20.60, погрешности прогноза составили 1.59% и 0.96% соответственно.

Выводы. Высокая степень соответствия модели исходным данным указывает на то, что предложенный метод построения и идентификации математических моделей экономических процессов может быть использован для качественного и количественного анализа явлений, происходящих в регионе с целью выработки предварительных управленческих решений о воздействии на экономику региона. Очевидно, что данная методика также может применяться для описания деятельности отдельных предприятий, отраслей производства и т.д. Высокая точность прогнозов для рассматриваемых данных дает предпосылки к использованию предложенного алгоритма для обработки статистических данных временных рядов с целью краткосрочного прогнозирования эволюции изучаемого экономического процесса.

Список литературы: **1.** Назаренко А. М. Об эконометрико-игровом методе построения и идентификации математических моделей макроэкономических процессов // Механизм регулирования экономики – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2006. – №1. – С. 105-114. **2.** *Макконелл К.Р., Брю С.Л.* Экономикс: принципы, проблемы, политика: Пер. с 13-го англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 1999. – XXXIV, 974 с. **3.** *Antipin A.* Gradient approach of computing fixed points of equilibrium problems. // Journal of Global Optimization, 2001. P. 1-25. **4.** *Альбрехт Э.Г., Быстрай Г.П.* О динамических моделях эволюции некоторых макроэкономических процессов // Исследование федерализма в России: междисциплинарный подход. – Екатеринбург: Институт философии и права УрО РАН, 1999. – С. 214-232. **5.** *Назаренко О. М.* Основи економетрики: Підручник. – Київ: „Центр навчальної літератури”, 2004. – 392 с. **6.** Справочник по прикладной статистике. В 2-х т.: Пер. с англ. / Под ред Э. Ллойда, У. Ледермана, Ю.Н. Тьюрина. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 510 с. **7.** *Суслов В.И., Ибрагимов Н.М., Талышева Л.П., Цыплаков А.А.* Эконометрия. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2005. – 744с. **8.** Народное хозяйство Украинской ССР: Стат. Ежегодник. – Киев: ЦСУ УССР.

Поступила в редколлегию 07.04.06